



Информационные технологии и новые возможности биологической обратной связи в клинической медицине на примере кардиологии

Н.И. Яблучанский, А.В. Мартыненко, В.И. Шульгин

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,
Харьковский аэрокосмический университет



Информационные технологии в определении Википедии

Информацио́нные техноло́гии (ИТ, от англ. *information technology*, ИТ) — широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям создания, сохранения, управления и обработки данных, в том числе с применением вычислительной техники. В последнее время под информационными технологиями чаще всего понимают компьютерные технологии. В частности, ИТ имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения для создания, хранения, обработки, ограничения к передаче и получению информации.



Биологическая обратная связь в определении Википедии

- **Биологическая обратная связь** ([англ.](#) Biofeedback) — [технология](#), включающая в себя комплекс исследовательских, лечебных и профилактических физиологических процедур, в ходе которых [пациенту](#) посредством внешней цепи [обратной связи](#), организованной преимущественно с помощью [микропроцессорной](#) или компьютерной техники, предъявляется [информация](#) о состоянии и изменении тех или иных собственных [физиологических](#) процессов.
- Используются зрительные, слуховые, тактильные и другие сигналы-стимулы, что позволяет развить навыки саморегуляции за счет тренировки и повышения [лабильности](#) регуляторных механизмов.

Биологическая обратная в определении American Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback



Биологическая обратная связь является нефармакологическим методом лечения с использованием специальной аппаратуры для регистрации, усиления и „обратного возврата“ пациенту физиологической информации.

Основной задачей метода является обучение саморегуляции, обратная связь облегчает процесс обучения физиологическому контролю так же, как процесс обучения любому искусству.

Оборудование делает доступной для пациента информацию, в обычных условиях им не воспринимаемую.

Примеры международных институтов Biofeedback



- Biofeedback Certification International Alliance (bcia.org)
- Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback (aapb.org)
- International Society for Neurofeedback & Research (ISNR, <http://www.isnr.org>)
- Biofeedback Foundation of Europe (BFE, bfe.org)

Примеры национальных институтов Biofeedback



- American Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback (aapb.org)
- Feedback Institute, Ltd and EEG-Biofeedback institute (eg-bfb-i.cz)
- The Austrian Society of Biofeedback and Psychophysiology (austria-biofeedback.at/)
- Association pour l'Enseignement du Biofeedback Therapeutique (bek.fr)
- Biofeedback in der Medizin (br.de)



Специализированные международные научные издания в Biofeedback

- Biofeedback Magazine
(<http://pinnacle.allenpress.com/toc/biof/current>)
- Applied Psychophysiology and Biofeedback Journal
(<http://link.springer.com/journal/10484>)



Наиболее используемые контуры и технологии Biofeedback

- Кожной термометрии
- Кожно-гальванических реакций
- Кожной термометрии и кожно-гальванических реакций
- Электромиографии
- Дыхания
- Электроэнцефалографии (нейрофидбек)
- Вариабельности сердечного ритма (BCR)
- Дыхания и BCR

Звенья регуляторных систем в Biofeedback



- **Афекторное** (сенсорное, чувствительное) звено - представлено органами чувств и различными рецепторами (чувствительные нервные волокна, зрение, слух, осязание, термо-, механо-, баро-, хемо-, осморецепторы, др.)
- **Интеграционное** (центральное) звено - представлено центральной нервной системой, производит динамические оценки, анализ и синтез поступающей информации с передачей на моторное звено принятия решений, направленных на оптимизацию регуляторных систем в соответствии с задачами Biofeedback
- **Эффлекторное** (моторное или двигательное) звено (миокард, гладкомышечные волокна, скелетные мышцы, железы, др.)



Без Biofeedback не может быть прорыва в медицинской помощи пациентам

- Выделяют болезни регуляции
- Нет ни одной болезни без нарушений регуляции, ибо (Д.Д. Плетнев) всякая болезнь начинается с нарушением равновесия собственного «Я»
- Ключевая роль нарушений регуляции в течении и исходах любой болезни во врачебных вмешательствах является основанием использования технологий лечения, опосредованных через их оптимизацию



«Слабое звено» в Biofeedback

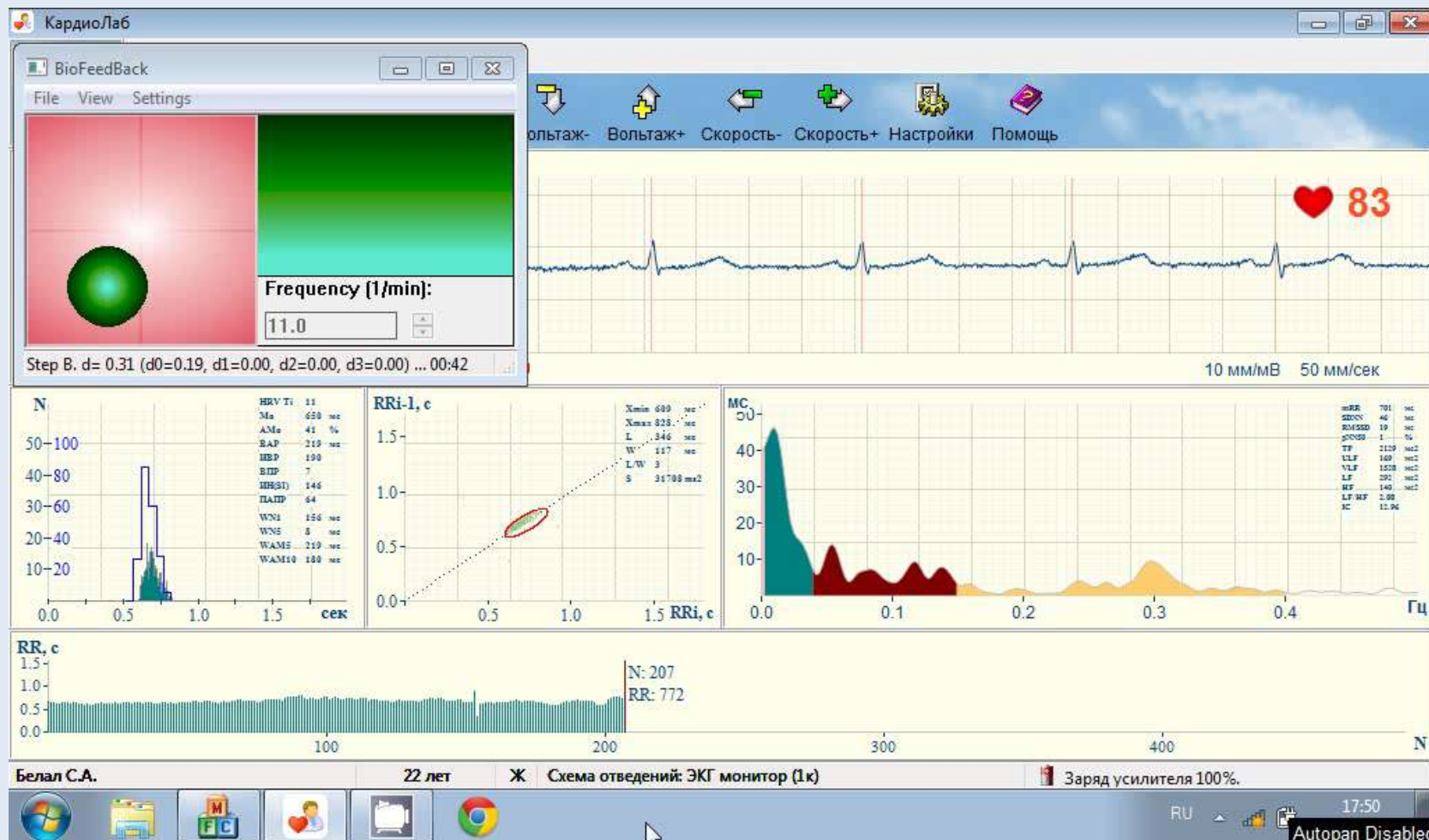
- «Слабое звено» - человеческий фактор с трудностями удержания результата и его воспроизводимостью
- Причина «слабого звена» в низкой «помехоустойчивости» ментальных функций
- Возможное решение в технологиях, замыкающихся через подкорковые образования мозга, например,
Дыхания и ВСР



Мы любим Biofeedback на базе Дыхания и ВСР

- Управляющие ритмом дыхания сигналы предъявляются испытуемому через реальный или программный метроном с привлечением зрительного или / и слухового анализаторов и включением в петлю обратной связи сердечно-сосудистой и дыхательной систем, имеющих тесные связи между своими управляющими центрами в продолговатом мозге
- Использование управляемого метрономизированного дыхания позволяет оценить связи между ядрами дыхательного центра и блуждающего нерва в их связи с высшими отделами коры головного мозга
- Подчиненность (до определенного предела) дыхательного центра высшим отделам коры опосредует прямые центральные влияния на спектр ВСР
- Тесная функциональная связь дыхательных и парасимпатических ядер (блуждающего нерва) у здоровых и ее частые нарушения у больных с различными заболеваниями позволяют оценивать качество связи в таком Biofeedback с эффективными алгоритмами ее оптимизации

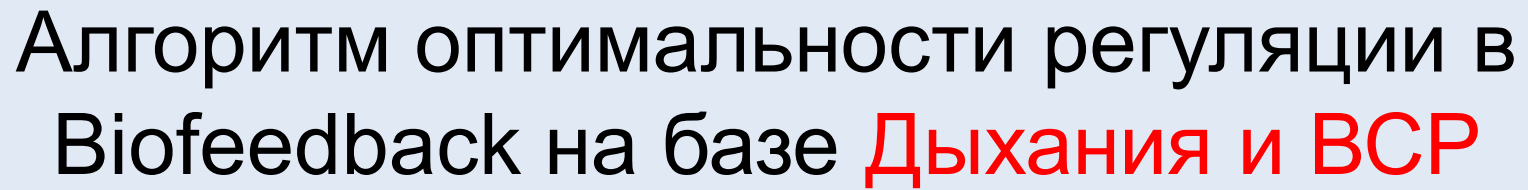
Biofeedback на базе Дыхания и ВСР





Оптимизация регуляции в Biofeedback на базе **Дыхания и ВСР**

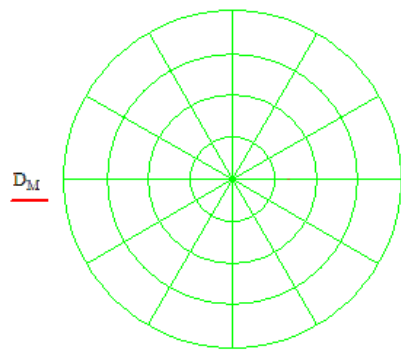
- Задача оптимизации регуляции как условная минимизация функции расстояния актуального и нормативного (возрастного и гендерного) состояния ее параметров в пространстве переменных ВСР
- Метод динамического программирования на принципе оптимальности Беллмана - оптимальная стратегия управления - какой бы ни был исходное состояние и управления в начале процесса, последующие управления должны составлять оптимальную стратегию управления состоянием, полученного после начальной стадии процесса



Показатели оптимальности регуляции в Biofeedback на базе **Дыхания и ВСР**

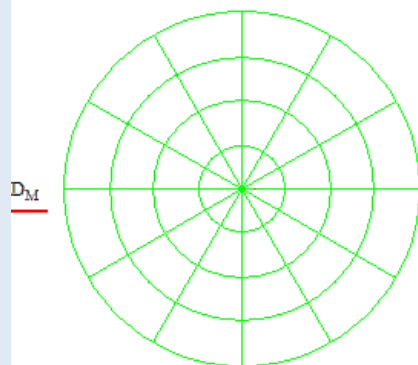


M := 0..FRAME



$$2 \cdot \pi \cdot \frac{M}{375}$$

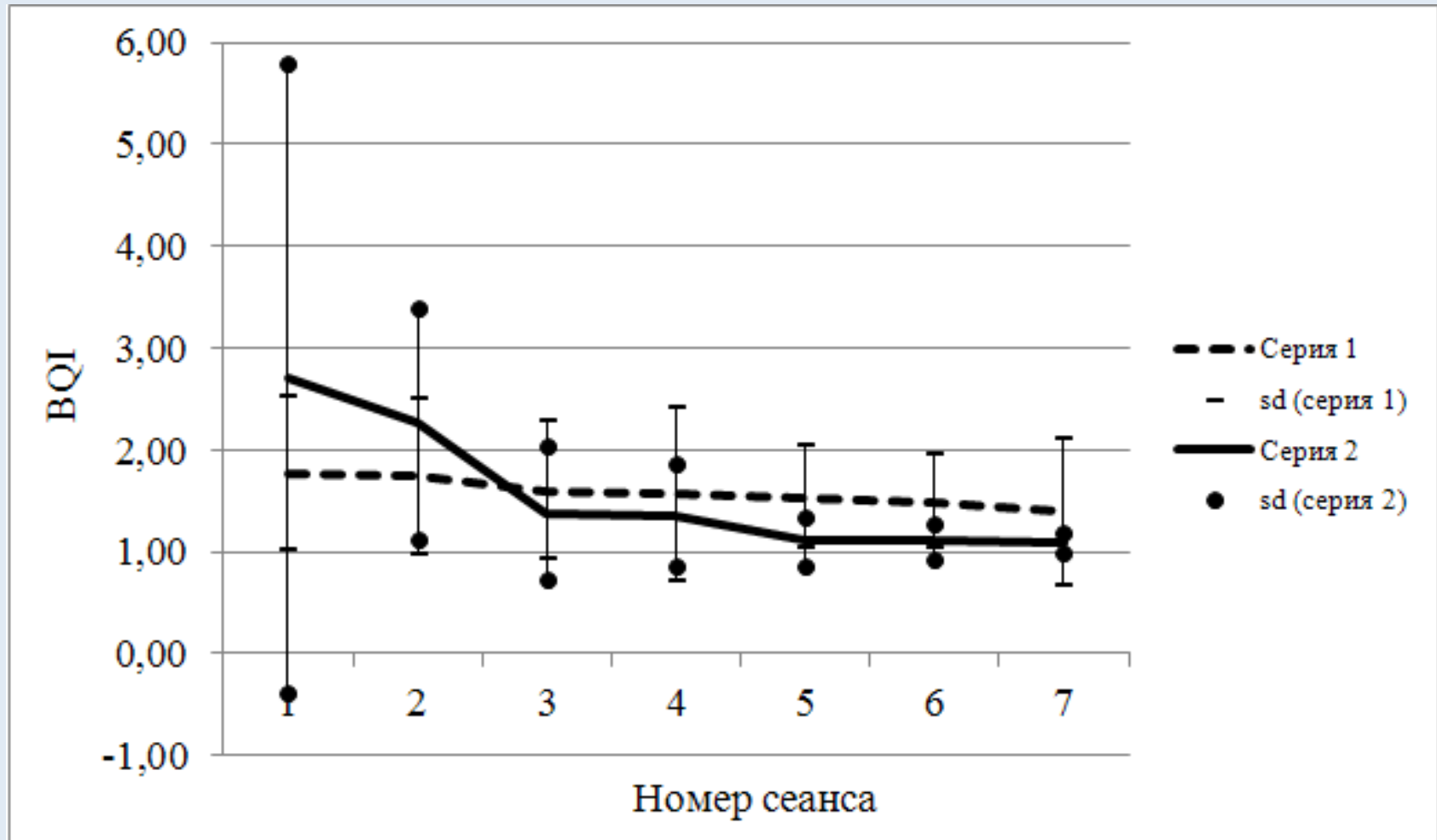
M := 0..FRAME



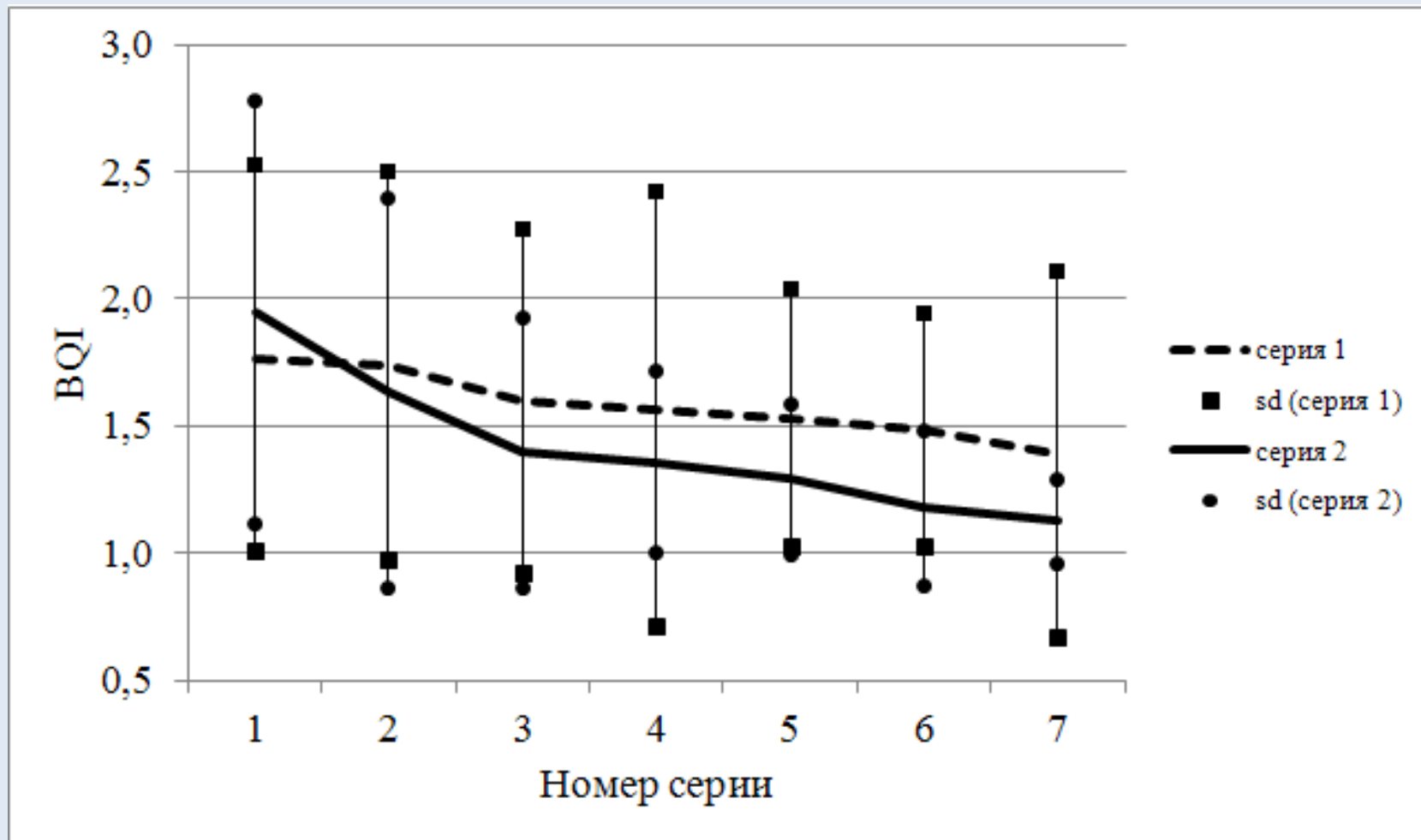
$$2 \cdot \pi \cdot \frac{M}{245}$$

- **Эффективность** - степень приближения системы к оптимальному состоянию (изменяется от 0 (отсутствие продвижения в оптимальном направлении, неэффективность) до 1 (параметры ВСР принимают оптимальное значение))
- **Чувствительность** - восприимчивость системы в целом и в каждой из ветвей регуляции к ритмичного дыхания (положительное число с минимальным значением 0, отвечающим отсутствию чувствительности к изменениям ритмического дыхания)
- **Оптимальность** - удаленность системы от оптимального состояния за период теста состояний параметров ВСР пациента (положительные значения - степень удаленности от оптимальной зоны, отрицательные значения – место нахождения в оптимальной зоне)
- **Индекс качества (BQI)**, охватывающий все измерения качества Biofeedback (стремится в пределе к 1 при повышении эффективности Biofeedback и удаляется от 1 при ее ухудшении)

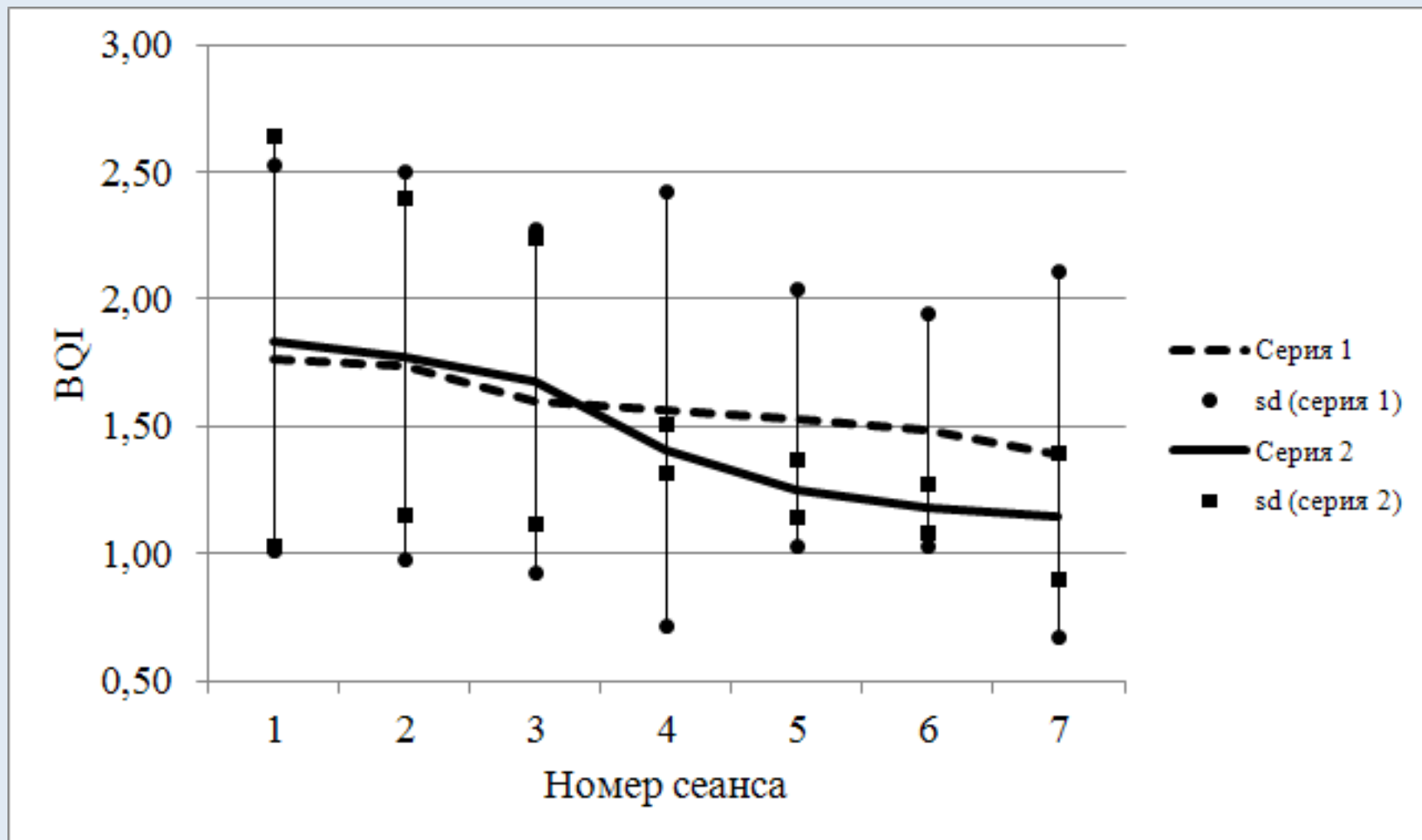
Biofeedback на базе **Дыхания и ВСР** модификация под влиянием бисопролола



Biofeedback на базе **Дыхания и ВСР** *модификация под влиянием ивабрадина*

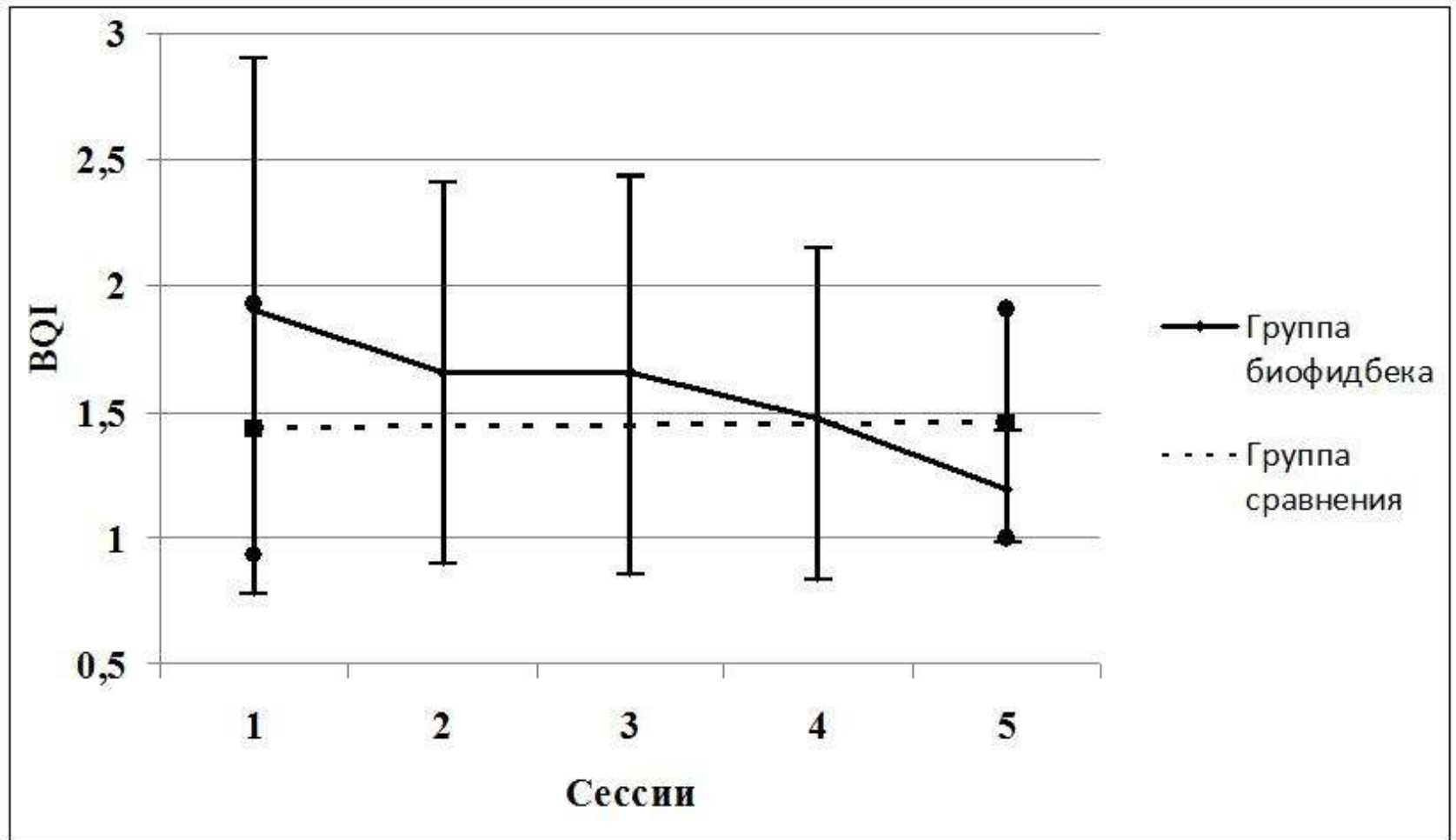


Biofeedback на базе **Дыхания и ВСР** модификация под влиянием лизиноприла





ВQI у пациентов с артериальной гипертензией в группах сравнения и Biofeedback на базе Дыхания и ВСР





Благодарности

Баева Марина Владимировна
Белал Сюзанна Абдул Салам
Власов Сергей Алексеевич
Кирилюк Людмила Анатольевна
Кулик Алексей Леонидович
Михайличенко Надежда Станиславовна
Морозова Екатерина Эдуардовна
Назаренко Евгений Олегович
Погребняк Анна Александровна
Радченко Анастасия Олеговна
Тарасова Алена Александровна
Уварова Карина Геннадиевна
Чаговец Лилия Анатольевна